

PAT-NO: JP403075544A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03075544 A  
TITLE: APPARATUS FOR INSPECTING INSIDE OF  
LASER TUBE  
PUBN-DATE: March 29, 1991

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
NISHIMURA, TSUTOMU  
KATO, TADASHI  
FUNAKOSHI, NORIHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>	N/A

APPL-NO: JP01212629

APPL-DATE: August 18, 1989

INT-CL (IPC): G01N021/88, G01B011/30

US-CL-CURRENT: 356/241.1, 356/FOR.104

ABSTRACT:

. PURPOSE: To provide an inspecting apparatus characterized by a compact configuration, light weight and small power consumption and to make it possible to inspect the inside of a tube readily by providing a light source part, a light-beam scanning part and a light detecting part.

CONSTITUTION: In a light source part 20, an elliptic laser light beam emitted from a laser diode 21 is shaped into a circular beam. Furthermore, the

linearly polarized light is converted into the circularly polarized light. The light is projected on a rotating light beam scanning part 30. The light beam scanning part 30 is rotated with the light path of the light beam inputted from the light source 20 as the rotating axis. The light beam is emitted in the rotating circumferential direction from the light-beam scanning part 30 at a specified angle. Thus the inner wall of a tube is scanned. When the scanning of the light beam and the movement of an inspecting device are synchronized, the inside of the tube is scanned in a spiral state. When the inspection device is stopped, the scanning in the two-dimensional direction in the same plane is performed. In a light detecting part 40, the reflected light from the inner wall of the tube is received. The change in reflectivity is detected from the change in amount of the light. The value is outputted as the reflectivity data in correspondence with defect data.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-75544

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)3月29日

G 01 N 21/88  
G 01 B 11/30

B 2107-2G  
B 8304-2F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 レーザ管内検査装置

⑯ 特 願 平1-212629

⑰ 出 願 平1(1989)8月18日

⑱ 発 明 者 西 村 力 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内  
⑲ 発 明 者 加 藤 忠 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内  
⑲ 発 明 者 舩 越 宜 博 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内  
⑳ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号  
㉑ 代 理 人 弁理士 古谷 史旺

明 細 書

1. 発明の名称

レーザ管内検査装置

2. 特許請求の範囲

(1) 管内を移動してその内壁を検査する管内検査装置において、

レーザダイオードから出力されるレーザ光をビーム整形し、さらに円偏光の光ビームとして出射する光源部と、

前記光源部から出射される光ビームの光路を回転軸とする位置で回転運動し、前記光ビームをその回転する円周方向に対して所定角度で出射し、前記内壁を光ビームにより走査する光ビーム走査部と、

前記内壁に反射した前記光ビームの反射光が取り込まれる位置に設置され、反射光の光量の変化を検出して反射率情報として出力する光検出部とを備えたことを特徴とするレーザ管内検査装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、人間が入って検査することができない小径のパイプあるいは鋼管の内壁状態の検査を行う管内検査装置に関する。

特に、レーザ光あるいは集束された小径光ビームを管内に出射し、その反射光の光量から反射率の変化を検出して内壁状態を把握するレーザ管内検査装置に関する。

(従来の技術)

従来の管内検査装置は、管内を自走可能な駆動機械(以下、「自走ロボット」という。)に搭載された装置であり、その自走ロボットの先端に備えられたテレビカメラから、画像として管内の内壁状態(欠陥部位、欠陥の大きさ、欠陥の数)を把握する構成であった。

(発明が解決しようとする課題)

ところが、従来の管内検査装置ではテレビカメ

ラを用いるために、撮影用の照明（光源）として比較的大きな出力のものが必要であった。したがって、管内の温度が上昇しやすく、これに伴って撮影機器の劣化が早まることがあった。また、自走ロボットは、光源の電力供給に太い電源線を引きずることになり、それ自体の駆動力を高く設計する必要があった。さらに、作業現場では、大出力光源用の電源確保が不可欠になっていた。

一方、このような課題に加えて、テレビカメラを用いて画像パターンとして検査する方法は、映像として記録されるために人間が見て判断する必要があった。これは、映像自体が膨大な情報量をもっており、その映像情報をデータ処理するには、専用のプロセッサを用いて多くの処理時間を費やさなければならず、現場で即応するには結局、人間の判断に任せるのが容易であったためである。

ところで、人間が正確かつ容易に判断できる管内映像を得るにはカラー画像が望ましいが、カラー画像を得るには照明その他の電力量増大が避けられず、撮影機器を含む検査装置の大型化をもた

らし、却って効率的な管内検査が困難になる要因となっていた。

このように、従来の管内検査装置では操作性に多くの課題があり、例えば鋼管が完全に水につかって錆びが目視可能な場合のように、特殊なケースにおいてのみ使用されていた。したがって、そのような場合以外には管内の検査が省略されることが多く、検査なしの管内に不用意にケーブルを敷設し、ケーブル外皮に傷をつくりその寿命を縮めてしまうことがあった。

本発明は、小型化および軽量化を実現し、可能性に富んだレーザー管内検査装置を提供することを目的とする。

#### 〔課題を解決するための手段〕

本発明は、管内を移動してその内壁を検査する管内検査装置において、レーザーダイオードから出力されるレーザー光をビーム整形し、さらに円偏光の光ビームとして出射する光源部と、光源部から出射される光ビームの光路を回転軸とする位置で

回転運動し、光ビームをその回転する円周方向に対して所定角度で出射し、内壁を光ビームにより走査する光ビーム走査部と、内壁に反射した光ビームの反射光が取り込まれる位置に設置され、反射光の光量の変化を検出して反射率情報として出力する光検出部とを備えて構成される。

#### 〔作用〕

光源部では、レーザーダイオードから出射される楕円のレーザー光を円形にビーム整形し、さらに直線偏光から円偏光に変換して回転する光ビーム走査部に出射する。

光源部から入射される光ビームの光路を回転軸として回転する光ビーム走査部では、その光ビームを回転する円周方向に所定の角度で出射させ、管内の内壁を走査する。なお、光ビームの走査と管内検査装置の移動が同期している場合には管内がスパイラル状に走査され、管内検査装置を停止させた場合には同一面内の二次元方向の走査が行われる。

光検出部では、管内の内壁に反射した反射光を取り込むことにより、その光量の変化から反射率の変化を検出し、欠陥情報に対応する反射率情報として出力する。

#### 〔実施例〕

以下、図面に基づいて本発明の実施例について詳細に説明する。

第1図は、本発明一実施例の要部構成を示す図である。

なお、本実施例では、管内検査装置のブロック構成を示し、それが搭載される自走ロボットその他については省略されている。

図において、参照番号10は被検査物体である鋼管の一部であり、光源部20、光ビーム走査部30および光検出部40により構成される管内検査装置がその内部に挿入された状態の断面構成である。

光源部20は固定されており、レーザーダイオード21、レーザーダイオード21の出射光を平行光

(光ビーム)とするためのコリメータレンズ23、入射される楕円の光ビームを円形に整形するビーム整形用プリズム25、およびレーザダイオード21の出射光は直線偏光であるので、円形に整形された光ビームを円偏光に変換する1/4波長板27により構成される。なお、光源部20には必要に応じて所定の位置に開口板(絞り)が設けられる。

可動の光ビーム走査部30は、光源部20から入射された光ビームを所定の方向に出射する偏光ビームスプリッタ31、光ビームの方向を変更する光ビーム方向変更プリズム33、および対物レンズ35により構成される。

また、光ビーム走査部30はガイド37に保持され、その一端に接続されたモータ39によって回転運動する構造であり、出射される光ビームは鋼管10の内周に沿って照射される。

なお、光ビーム走査部30(偏光ビームスプリッタ31)が回転するために、光源部20で1/4波長板27を用いて、レーザダイオード21か

ら出射される直線偏光の光を円偏光に変換する処理を行うことにより、回転する光ビーム走査部30に設置された偏光ビームスプリッタ31から出射される光ビームの光量をその円周方向に対して一定にすることができ、方位に依存したデータ補正を不要にすることができる。

固定されている光検出部40は、光ビーム走査部30から出射された光ビームが鋼管10の内壁で反射した反射光を検出する円筒形のフォトディテクタである。なお、第1図に示す破線は、レーザダイオード21から光検出部40までの光路を示す。この光検出部40では、入射される反射光の光量を検出し、その変化を鋼管10の内壁の反射率の変化として捕らえ、鋼管内壁の反射率情報として出力する構成である。

なお、このフォトディテクタは、鋼管10の内径の微小な変化に対応して、反射光の入射位置の変動を吸収できる十分な大きさを有している。また、光ビーム走査部30の光ビーム方向変更プリズム33で設定される光ビームの角度および光検

出部40との位置関係は、あらかじめ検査される鋼管10の内径に合わせた設計になっている。

また、光ビーム操作部30から出射される光ビームが、鋼管10の内径に応じた焦点距離を有する対物レンズ35で集束されることにより、光検出部40で検出される情報の分解能を高めることができる。

このような構成の管内検査装置は、少量の電力で動作可能なために、例えばニッカド電池などの二次電池の電力で十分であり、外部から電源ケーブルを用いて電力を供給する必要がなく、それを搭載する自走ロボットの運動性能に与える影響を最小限に抑えることができる。

また、例えばリモートコントロール可能な自走ロボットの走行用モータと、光ビーム走査部30の回転用のモータ39とを連動させる、あるいは同一のモータを用いることにより、管内の走行と光ビームの照射およびその反射光によるデータ収集のタイミング調整を容易にすることができる。すなわち、管内に対してスパイラル状あるいは二

次元方向の走査形態を容易に設定することができる。

また、本発明の管内検査装置では、光ビーム走査部30から出射される光ビームの反射光からその反射率分布を計測し、鋼管10の内壁の状態に対応する検査データを収集する構成であるが、その収集された検査データは、例えば別途設けられる無線送信機または空間光送信機を用いてアナログ信号として送信し、鋼管10の所定位置(例えばマンホール)に設置された受信機に受信するようにしてもよい。一方、受信側では受信信号をデジタル信号に変換してデータ処理装置に入力させ、所定の処理を施すことにより、管内の欠陥部位その他の処理結果を表示させることが可能となる。このように外部に取り出し可能な検査データは、映像データに比べて情報量が大幅に小さいために、送信処理および受信処理、さらにデータ処理も容易に行うことができる。

なお、データ処理装置では、検査データの処理結果に応じて欠陥部位のみを自動的に表示させる

構成、あるいは一つの管内で欠陥位置および欠陥箇所の数を表示させる構成をとることも容易である。

第2図は、出射光の波長が830nmであるレーザダイオードを光源とするレーザ管内検査装置を用いて観測された反射率分布を示す図である。

すなわち、第2図には、管内走査により欠陥部位に応じて得られた反射率の低下パターンが示されている。ここで、線間の距離は1mmであり、計測された欠陥の大きさは約15mm×20mmと見積もることができる。なお、この欠陥は、目視によって鉄の腐食によるものであることがわかった。

#### 〔発明の効果〕

上述したように、本発明のレーザ管内検査装置により、小型化、軽量化および小電力化が可能となり、管内の検査を容易に行うことができる。

したがって、従来のように管内検査が面倒なために検査工程を省略する必要もなく、管内の内壁状態を容易に検査することができるので、管内の

障害に伴うケーブル敷設の不良工事を最小限に抑えることができる。

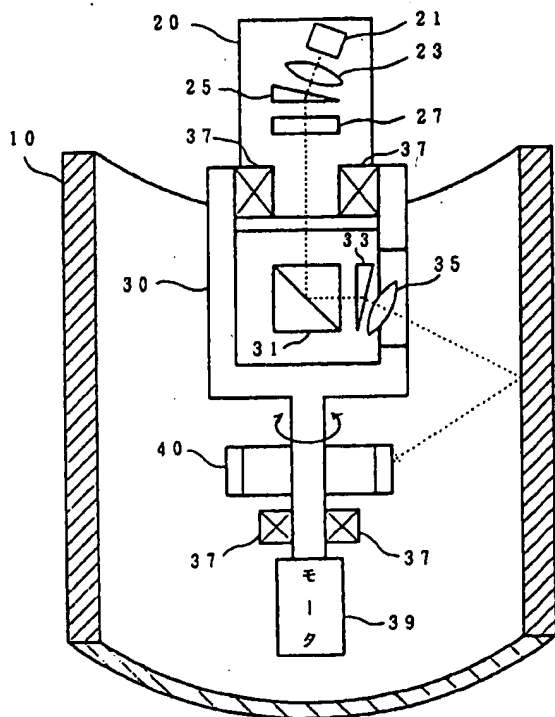
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明一実施例の要部構成を示す図。

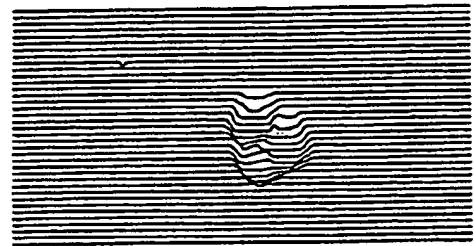
第2図は管内走査により欠陥部位に応じて得られた反射率の低下パターンが示す図。

10…鋼管、20…光源部、21…レーザダイオード、23…コリメータレンズ、25…ビーム整形用プリズム、27…1/4波長板、30…光ビーム走査部、31…偏光ビームスプリッタ、33…光ビーム方向偏光プリズム、35…対物レンズ、37…ガイド、39…モータ、40…光検出部。

特許出願人 日本電信電話株式会社  
代理人 弁理士 古谷史旺



第 1 図



第 2 図